

MANEJO E REABILITAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E FLORESTAS SECUNDÁRIAS NA AMAZÔNIA:

Um Simpósio/Workshop Internacional



18 a 22 de Abril de 1993
Hotel Tropical
Santarém, Pará - Brasil



Organizado por:

Instituto Internacional de Floresta Tropical
USDA Serviço Florestal
Estação Experimental Florestal do Sul
Río Piedras, Porto Rico, USA

EMBRAPA/CPATU
Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental
Belém, Pará, Brasil

Em colaboração com:

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos
Recursos Naturais Renováveis - IBAMA
Santarém, Pará - Brasil

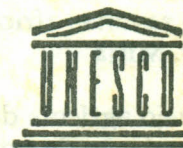
Com suporte financeiro de:

Programa de Floresta Tropical
Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
Serviço Florestal
Washington, DC, USA

e



Man and the Biosphere (MAB) Programme
UNESCO
Paris, France



682,99
5622 a
1993

A IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS MICORRÍZICOS NO MANEJO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS NA AMAZÔNIA

F. Feldmann¹, E. Idczak¹, C.D.M. Nunes²

¹*Institut für Angewandte Botanik, Marseiller Str. 7, D-20355, Hamburg, Federal Republic of Germany*

²*CPAA/EMBRAPA, Depto de Fitopatologia, Km 28, AM 010, CP. 319, 69000 Manaus, AM, Brasil*

RESUMO

A maioria das plantas tropicais, de valor econômico dependem de fungos micorrízicos. Na ausência dos fungos simbiotes, as plantas apresentam baixo crescimento e baixa tolerância aos "stresses" bióticos e abióticos. As plantas dos sistemas de produção normalmente apresentam um déficit de simbiose devido às práticas comuns de manejo. Nas regiões tropicais com os sistemas de cultivo itinerante, admitia-se que o pousio das áreas teria um efeito regulado positivo na população de fungos micorrízicos. Neste trabalho, demonstra-se que mais os três, ou seja oito anos há um aumento do potencial de inoculo no solo, mas a efetividade das populações fungicas permanece muito baixa em comparação com as populações existentes nos sítios nativos. É discutida a necessidade do manejo dos fungos micorrízicos *in situ* no campo.

INTRODUÇÃO

A dependência da maioria das plantas tropicais úteis por fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (VAMF) ou é facultativa ou obrigatória (Janos 1987). As plantas dependentes dos fungos micorrízicos apresentam, sob determinadas circunstâncias, uma baixa de crescimento e uma susceptibilidade maior aos "stresses" quando carecem da micorriza. Existe normalmente um déficit de micorrizas nos sistemas de produção de plantas; o substrato nas casa-de-vegetação e em alguns viveiros é esterilizado antes de ser usado, e no campo no plantio de monoculturas, a utilização de grandes quantias de pesticidas diminui drasticamente o potencial de inoculo dos VAMF (Feldman e Lieberei 1992).

O método de preparação do campo - limpar e queimar em muitas regiões tropicais, onde ainda é comum o cultivo itinerante, foi considerado como tendo um impacto muito importante sobre a situação micorrízica, nas plantas posteriormente plantadas nestes lotes (Feldmann e Lieberei 1992).

Ainda não se sabe se o preparo de uma área de cultivo por meio de queimadas destrói ou não os propagadores dos fungos micorrízicos vesicular-arbusculares (VAMF) nas camadas superiores do solo da região amazônica.

Será que a prática de queimar antes de plantar leva a uma situação micorrízica que implica a introdução de fungos micorrízicos ao sistema de produção de plantas? ou será que deixando em pousio a terra por vários anos não melhoraria a situação nos locais queimados?

Para poder dar um passo em direção a resposta destas perguntas o nosso grupo analisou a situação dos fungos micorrízicos em áreas de plantio logo após a queimada e depois de três anos de pousio, e comparou estas áreas com plantações em pleno funcionamento e em locais naturais.

MATERIAIS E MÉTODOS

A vegetação natural de uma área de terra firme perto de Manaus (Km 28, AM 010) foi limpa através de uma queimada feita para prepará-la para o plantio de seringueira. O plantio foi abandonado após sete anos de uso. A área de pousio estava em contato direto com a floresta primária. Três anos após ter sido abandonado, foi realizado o primeiro levantamento da situação dos fungos micorrízicos na área em pousio.

Foram coletados os dados relativos ao grau de colonização e o número mais provável de propagadores de VAMF no solo. Considere-se que

o grau de colonização é o percentual de raízes colonizadas que se apresentam numa amostra de raiz contendo cem pedaços de raiz de 1 cm de comprimento cada (Método lamina, Giovanettie Mosse 1980). Foi determinada a colonização das raízes depois destas terem sido alvejadas e tingidas com lactofeno-algodão-azul (Phillips e Hayman 1970).

Calculou-se o NMP (Número Mais Provável, Porter 1979) de uma amostra de solo de acordo com a descrição de Feldmann e Idczak (1992). Foi utilizada como planta hospedeira *Zea mays*. Foram utilizadas cinco repetições por cada amostra. Depois foram coletadas trinta amostras de raízes finas da superfície e do solo mineral. Foram coletadas apenas amostras definitivamente identificadas como sendo raízes de seringueira (testados lavando o sistema radicular). Então combinaram-se e misturaram-se as amostras de raízes. Extraiu-se uma sub-amostra de 3 x 100 pedaços de raízes da amostra coletiva e esta foi testada conforme literatura supracitada.

Estes resultados foram comparados com áreas vizinhas onde havia seringueiras crescendo naturalmente na floresta primária.

Depois de três anos de pousio foi realizado um teste de eficácia para comparar as populações de fungos micorrízicos não identificados da área de pousio, áreas de monocultura e nos locais naturais. O solo destas áreas foi primeiramente testado pelo método NMP para as finalidades desta experiência. Então números iguais de propagadores foram misturados com substrato esterilizado e comparamos o efeito sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas micorrizadas com as não micorrizadas. Realizamos os testes de eficácia com duas espécies vegetais, o milho (*Zea mays*) e as sementes de uma árvore perene (*Hevea brasiliensis*), a seringueira.

A mesma área, depois de oito anos de pousio, foi limpa e queimada como preparação para ser plantada outra vez (ver Feldmann et alii, em outra parte deste volume). Coletamos amostras de solo imediatamente antes, logo após, e seis meses depois da queimada e testamos o grau de sobrevivência dos esporos através de um bio-ensaio utilizando *Zea mays* e *Petroselinum crispum*, o método MTT (An e Hendrix 1987) ou por meio de uma estimativa do NMP. O método MTT consiste de uma tintura vital utilizando 3- (4, 5 - Dimetilazol-2 y 1) -2, 5 - Difênil - 2 h- Tetrazoliumbromid.

RESULTADOS

Após oito anos de pousio havia crescido uma densa vegetação secundária contendo 178 espécies de plantas (ver Feldmann *et alii*, em outra parte deste volume).

Foi detectado além do alto número de espécies de plantas também um número elevado de esporos de fungos micorrízicos vesicular-arbusculares na áreas (Tabela 1). O fato de um terço destes esporos ainda estarem vivos significa que o solo possui um potencial de inóculo muito bom.

Limpar e queimar a vegetação secundária deixa o solo esterilizado (Tabela 1). Esporos foram encontrados porém todos mortos (determinados com teste MTT). Cinco repetições do teste NMP demonstraram que não havia nenhuma colonização. Mesmo seis meses depois da queimada um teste NMP não demonstrou nenhuma atividade de fungos micorrízicos.

Amostras de solo foram coletadas nas camadas superiores do solo (0-10 cm de profundidade). Foram contados o número de esporos depois de passar por uma peneira, quantificando o número de esporos vivos utilizando o teste MTT (An e Hendrix, 1987), a infectividade sendo testada por um bio-ensaio com *Zea mays* ou *Petroselinum crispum*. (/) Significa "não determinado".

Os dados apresentados demonstram o impacto dramático da queimada sobre a associação de FMVA nos solos das plantações.

Este impacto dura seis meses, talvez mais. No final, ocorre uma regeneração de 16 plantações de seringueira demonstra que em todas podem ser encontrados esporos micorrízicos. Isto se aplica as plantações de idades diferentes, algumas novas, com 3 anos apenas. Por exemplo, foram detectados vários esporos vivos infectivos nas plantas testadas em plantios de seringueiras clone (com três anos). Todavia a situação dos fungos micorrízicos em áreas de monocultura não atinge as condições dos locais naturais mesmo depois de 12 anos. Somente quando a monocultura é abandonada e a terra deixada em pousio, regenera o número de esporos, a colonização nas raízes e o NMP atinge condições quase "naturais".

TABELA 1. A influência da queimada sobre o potencial de inóculo de fungos micorrízicos no solo.

	Esporos/ 50 cm ³ de solo	Esporos vivos	infectividad
Antes da queimada	658±157	27%	yes
Logo após a queimada	539±135	0	no
Seis meses depois da queimada	412±112	/	no

TABELA 2. Situação dos fungos micorrízicos das áreas de seringueira.

	Plantações monoculturais	Áreas de pousio	locais naturais
Colonização das raízes (%)	30.4±6.3	63.4±9.5	72.2±10.8
Número de esporos/cm ³ (n)	4.3±2.1	15.6±2.3	14.4±5.9
Número mais provável (n)	3.5±1.4	12.5±2.1	14.1±3.2

Na Tabela 2 apresenta-se os resultados da análise das populações mista e não definidas de FMVA em plantações monoculturais ainda em funcionamento, em plantações após pousio e como padrão de testes em locais quase naturais da floresta tropical. Todos os locais, plantações e áreas naturais, eram locais com seringueiras. Em todas as amostras contaram-se o número de esporos e mediram-se o Número Mais Provável de propagadores no solo. Além disso foram coletadas amostras das raízes da seringueira em cada área.

As 16 áreas de monoculturas de seringueira tinham idades variadas (3 - 12 anos), as áreas de pousio antes foram plantios com monocultura e já estavam em pousio por um período de 3 anos.

Nas áreas anteriormente utilizadas para o plantio de monoculturas de seringueiras, os valores permanecem muito baixos para o número esporos e a colonização das raízes.

Levando em consideração os múltiplos efeitos positivos dos fungos micorrízicos, estas circunstâncias podem representar uma deficiência severa na simbiose (comparar com Feldmann e Lieberei 1992). Depois de apenas três anos de descanso, as áreas de monocultura deixadas para pousio representam um número de propagadores infectivos ou esporos igual ao das áreas naturais de seringueira. Mas será que esta regeneração quantitativa também significa uma melhoria qualitativa na situação dos fungos micorrízicos?

TABELA 3. Efetividade de populações não definidas de fungos MVA sobre o crescimento de *Hevea brasiliensis* e *Zea mays*.

Plan Test	Zea Hevea		Zea Hevea		Zea Hevea	
NMP inicial (n/cm ³)	3	3	3	3	3	3
Coloniz. raízes (%)	81	68	75	68	78	67
MVA reação de crescimento.	1.22	1.03	1.35	1.05	1.72	1.41

Selecionamos duas espécies testes para estimar a importância destas, dos fungos micorrízicos: a Gramineae *Zea mays* e a Euforbiaceae *Hevea brasiliensis* para um teste de eficácia com populações de fungos MVA.

Misturamos substrato de áreas conhecidamente infectivas com solo esterilizado para atingir NMP igual ao substrato do plantio. Cada tratamento teve seu controle com substrato esterilizado da própria área. Os resultados do teste de eficácia são apresentados da Tabela 3.

O resultado surpreendente foi que, apesar da regeneração quantitativa, as populações em monoculturas de seringueira como também nas áreas em pousio demonstraram baixa eficácia para as duas espécies em comparação com as populações de fungos micorrízicos de floresta primária. A baixa efetividade estava especialmente aguda no caso da seringueira.

Estes dados demonstram que sem manejo dos fungos simbióticos num campo provavelmente pode ser esperado um crescimento abaixo do ideal e uma susceptibilidade maior do "stress" nas plantas com os FMVA indígenas das monoculturas de seringueira. Os dados são conclusivos quanto a necessidade de se introduzir práticas de manejo que permitam o estabelecimento de fungos MVA eficazes neste sistema de produção de plantas.

A reação de crescimento é calculada, dividindo o valor do peso seco das plantas micorrizadas pelo valor das plantas não micorrizadas. Isto significa que uma reação de crescimento é positiva devido aos fungos micorrízicos se o quociente for acima de 1 e um crescimento negativo se for menor que zero.

As plantas foram colhidas respectivamente três meses (*Zea*) e seis meses (*Hevea*) após inoculação, n=50 (*Zea*) e 30 (*Hevea*) plantas respectivamente por tratamento.

O método mais óbvio para melhorar a situação dos fungos MVA é de inocular as plantas com fungos MVA selecionados. Os fungos MVA normalmente são introduzidos em sistemas de produção que não tem fungos indígenas micorrízicos, isto é, em substrato de solo esterilizado. Uma abordagem mais problemática é de introduzir fungos MVA multiplicados em solo não-esterilizados.

Os nossos resultados (Tabela 4) demonstram que fungos micorrízicos selecionados introduzidos são capazes de competir com êxito com os fungos indígenas MVA até sob condições de viveiro (seringueira) ou de campo (milho) na Amazônia

Embora seja possível a colonização das raízes nas duas espécies, pode ocorrer com muito poucos propagadores de fungos indígenas (das áreas em pousio), uma micorrização ainda melhor é possível

TABELA 4. Efeito de fungos MVA introduzidos competindo com os fungos indígenas MVA no crescimento da seringueira e do milho.

Plan Test	Fungos MVA indígenas		<i>Gl. etunicatum</i> introduzido		<i>Gl. Manihoti</i> introduzido	
	Zea	Hevea	Zea	Hevea	Zea	Hevea
NMP inic. inoculado (n/plant)	4	4	30	30	30	/
Coloniz. raízes (%)	63	24	76	45	91	/
Reação de crescimento.	1,00	1,00	1,61	1,39	1,71	/

quando são introduzidos os fungos MVA. A melhoria na micorrização resulta numa melhor reação de crescimento nas plantas micorrizadas devido a mudança no grau de colonização ou a mudança qualitativa nas interações entre os simbioses.

A reação de crescimento é calculada dividindo o valor para o peso seco de plantas micorrizadas, pelo valor das plantas não-micorrizadas. Isto significa uma reação de crescimento positiva, devido aos fungos micorrízicos, se o quociente for acima de 1; e um crescimento negativo se for menos de 1. As plantas foram colhidas três meses (Zea) e seis meses (Hevea) respectivamente após a inoculação; n=50 (Zea) e n=30 (Hevea) plantas respectivamente por tratamento.

Existem duas possibilidades para a utilização de micorrizas nos sistemas de produção de plantas, e sua introdução: O inóculo micorrízico pode ser misturado com o substrato das plantas aproveitáveis nos viveiros de plantas perenes, ou pode ser levado junto com as sementes das plantas anuais diretamente no campo. Este último método abre uma terceira possibilidade: que as plantas anuais, inoculadas desta maneira, possam funcionar como "plantas-mãe", isto é, possam multiplicar o inóculo "in situ" no campo e transferir os propagadores com o seu próprio sistema radicular, para as raízes das

plantas perenes já plantadas no campo. (ver também Feldmann *et ali*, em outra parte deste volume).

Os produtores somente adotarão a utilização de fungos MVA, se o seu efeito for decisivo, duradouro e lucrativo. Normalmente a introdução de FMVA resulta em mudanças economicamente interessantes devido a deficiência na simbiose dos sistemas de produção de plantas. Mas por quanto tempo duram os efeitos? Isto será apresentado aqui num exemplo do sistema de produção de plantas de seringueira (comparar com Lieberei *et ali*, 1989).

A quase 100 anos que as plantações de seringueira na Amazônia são dizimadas por uma doença grave nas folhas, a "Pagra da Folha de Seringueira", causada pelo Ascomiceto *Microcyclus ulei*. Pode-se ter um controle biológico da praga pelos simbioses da raiz, (Feldmann *et ali*, 1989) a introdução de fungos micorrízicos no sistema de produção de plantas de seringueira (no viveiro). Plantas micorrízicas infeccionadas com o patógeno da folha apresentam lesões menores com uma esporulação muito reduzida do patógeno. Este efeito foi medido quatro vezes após a inoculação com o fungo micorrízico *Glomus etunicatum*.

Foram utilizados para o teste, sempre as mesmas plantas de três clones diferentes de seringueira. Controlamos todas as plantas que foram inoculadas

TABELA 5. Estabilidade do aumento de resistência em seringueiras micorrizadas: redução da esporulação do patógeno (diferença das plantas de controle (%)).

	4 meses após inoculação	8 meses inoculação MVA	12 meses inoculação MVA	16 meses inoculação MVA
Clone Fx 3925	-20	18	22	27
Coloniz. das raízes	27	27	30	32
Clone Fx 4098	76	60	76	0
Coloniz. das raízes	25	42	37	30
Clone RRIM 600	78	80	55	75
Coloniz. das raízes	41	47	39	41

com *G1 etunicatum* para serem micorrizadas durante todo o teste. São apresentados os resultados na Tabela 5.

É muito específico, de acordo com o clone, o interrelacionamento entre a seringueira, o patógeno da folha e as raízes. No clone altamente susceptível, RRIM 600, o aumento dramático da resistência da folha dura mais de 16 meses. Este efeito decide a sobrevivência da planta de maior resistência. O clone mais resistente, o FX 4098, demonstrou uma reação de resistência, que também foi fortemente influenciada pela micorrização. Contudo, este efeito desapareceu 12 meses depois da inoculação com os fungos micorrízicos.

Existe também o efeito contrário a especificidade da micorrização de acordo com o clone no início da fase de colonização: No mais resistente dos clones testados, o Fx 3925, ocorreu inicialmente em suas folhas uma susceptibilidade ligeiramente mais alta ao *Microcyclus ulei*, contudo havendo num pequeno aumento duradouro no final.

O exemplo da seringueira mostra que é razoável a introdução dos fungos micorrízicos no sistema de

produção de plantas, pois este causa efeitos duradouros que podem ser economicamente interessantes. Isto se torna mais evidente ao comparar os custos da produção de inóculo com os benefícios dos fungos MVA. Em breve deve ser publicado um estudo detalhado sobre este assunto.

DISCUSSÃO

Na Amazônia a vegetação natural normalmente é retirada através de queimadas, para abrir espaço para as plantações.

As queimadas matam a maioria das plantas hospedeiras dos fungos micorrízicos nas áreas onde é realizada, além de destruir a camada de raízes que crescem na superfície do solo. Portanto, causam um efeito direto sobre as populações de fungos (Dhillon, *et ali*, 1987). Somente depois de muito tempo, as áreas queimadas recuperam os potenciais de infecção existente antes das queimadas. Foi observado por Wicklow Howard (1989) que era necessário um período de 3 a 5 anos para restabelecer a taxa de infecção original causada pelos fungos micorrízicos, as plantas hospedeiras testadas em áreas queimadas em Idaho (EUA). Os resultados

apresentados nesta pesquisa demonstram que a infectividade dos solos devido aos fungos micorrízicos, que é alcançada após três anos de pousio, é o mesmo valor das áreas naturais das seringueiras.

A recolonização das camadas dos solos destruídos podem ser efetuadas por inóculo espalhado por vento, água e animais (Rabatin, *et ali*, 1987). Quais são as espécies de fungos micorrízicos colonizados que dependem das condições ambientais, também como as espécies de plantas cultivadas no solo (Berege e Bowen 1975). Além das influências negativas da queimada, e da monocultura de uma determinada espécie de planta aproveitável, várias práticas utilizadas no cultivo de seringueira afetaram o potencial micorrízico dos solo das plantações (Feldmann e Lieberei 1992).

A plantação sendo de monocultura, a comunidade micorrízica geralmente será de poucas espécies, e como poucas diferenças entre elas (Toro e Herrera 1987). Embora melhore a situação das micorrizas nas plantações, com a diversificação das plantas hospedeiras na monocultura através da criação de plantas rasteiras, esta prática de manejo por si só não é suficiente para criar as condições naturais para o crescimento da seringueira, conforme demonstram os resultados de nossa pesquisa sobre a ocorrência de várias plantas rasteiras em plantios de seringueira.

Comparando a ocorrência das micorrizas em plantações de seringueira, e no seu hábitat natural, como também estudando os efeitos causados por diferentes práticas de manejo sobre a colonização micorrízica, demonstram uma deficiência de simbiose micorrízica nas plantações. Levando em consideração os potenciais de influência das micorrizas, esta deficiência de simbiose pode facilmente resultar em sub-nutrição, crescimento insuficiente, e alta susceptibilidade das seringueiras em plantações. Esta hipótese se confirma quando comparamos as características micorrízicas das seringueiras cultivadas em plantações, com seringueiras crescendo nas áreas naturais, e a sua provável influência.

Os dados aqui apresentados indicam que o manejo das populações de fungos MVA nos sistemas de produção da Amazônia, são necessários para melhorar a possibilidade de incluir os benefícios simbióticos da planta em relação aos fungos micorrízicos.

Parece necessário a inoculação das áreas degradadas com fungos micorrízicos, eficazes e selecionados, devido a grande demora do restabelecimento dos fungos micorrízicos, que agem como estimuladores de crescimento. Não há problemas com a utilização dos fungos micorrízicos nos viveiros, conforme o apresentado no cultivo de seringueiras. A inoculação da micorriza pode ser misturada como substrato na hora de plantação da seringueira, ou de sua replantação. (Feldmann *et ali*, outra parte deste volume).

A introdução dos fungos micorrízicos em plantações onde há poucas ou nenhuma micorriza, contudo, é uma história bem diferente. A inoculação nestes locais, pode ser realizada após a introdução de práticas de manejo propícias as micorrizas, por meio da assim chamada "planta mãe", ou seja, plantas aproveitáveis e anuais que ajudam na multiplicação "in situ" do inóculo micorrízico. Para torná-las mais favoráveis aos fungos micorrízicos, provavelmente todas as monoculturas terão que sofrer certos ajustes. Os fungos micorrízicos devem ser incluídos nos conceitos de proteção as plantas. No caso da seringueira (Ver também Lieberei *et ali*, 1989) isso significa a necessidade de algumas práticas, como a de reduzir os fungicidas, como também os fertilizantes, e parar de utilizar herbicidas que destroem as plantas rasteiras perto das árvores.

A mudança mais importante talvez seja a introdução de um sistema intensivo de policultura, para assim poder diversificar as plantas hospedeiras para os fungos micorrízicos. Existem várias plantas tropicais úteis, demonstradas como sendo hospedeiras adequadas para as micorrizas, que podiam ser plantadas em tais policulturas, por exemplo *Coffea arabica* e *Citrus sinensis* (Caldeira, *et ali*, 1983), manga (Cortes, *et ali*, 1984), *Manihot esculenta* (Powel 1984), banana (Umesh *et ali*, 1988), *Bactrys gassipaes*, *Theobroma grandiflorum*, *Theobroma cacao*, *Carica papaya*, *Passiflora edulis*, *Bertholletia excelsa*, *Bixa orellana*, *Schizolobium amazonicum*, *Swietenia macrophylla*, *Cocos nucifera*, *Zea mays*, *Vigna unguiculata* e outras (Feldmann *et ali*, em outra parte deste volume).

Quando se começar a cultivar várias plantas úteis diferentes onde outrora era um plantação de monocultura, cria-se a condição mais importante, isto é, de manter a sobrevivência das diversas populações eficazes dos fungos micorrízicos. Esta adaptação de práticas de manejo, que são favoráveis aos simbiossomas nas raízes, constitui-se um primeiro

passo para um sistema de cultura estabilizado e ecologicamente equilibrado de plantas perenes úteis. A expectativa é que tal sistema levaria a uma melhoria no meio ambiente e uma agricultura mais produtiva em solos deficientes de nutrientes ou de outra forma de problema.

AGRADECIMENTOS

Uma parte deste projeto foi incluído no programa bilateral SHIFT entre Alemanha e o Brasil. Agradecemos a EMBRAPA no Brasil e o BMFT da Alemanha pelo seu apoio.

REFERÊNCIAS

- An, Z.Q., Hendrix, J.W. 1987. A vital stain of determining viability of endogoneaceous spores; In: Sylvia, D.M./Hung, L.L./Graham, J.H. (eds) (1987): Mycorrhizae in the next decade, p. 185; 7th North American Conference on Mycorrhizae, May 3-8, 1987, Gainesville, FL, USA.
- Bevege, D.I., Bowen, G.D. 1975. Endogone strain and host plant differences in development of vesicular-arbuscular mycorrhiza; In: Sanders, F.E., Mosse, B., Tinker, P.B. (eds.): Endomycorrhizas; Academic Press, New York; pp. 77-86.
- * Caldeira, S.F., Martins, C.G., Zambolim, L. 1983. Associação de micorriza vesicular-arbuscular com café, limão-rosa e capim-gordura; Pesq. Agropec. Bras. 18(3), pp. 223-228.
- Cortes, M.M., Ferrera-Cerrato, R., Leon, A.R. 1984. Determinación de la endomicorriza V-A en mango (*Mangifera indica* L.) en el Estado de Veracruz; XVIII. Congr. Nac. de la Ciencia del Suelo, Resúmenes 3-7, pp. 59-60.
- Daniels, B.A., Skipper, H.D. 1984. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil; In: Methods and principles of mycorrhizal research, Schenck, N.C. (ed.), Am. Phytopath. Soc., St Paul, MI, USA, pp. 29-35.
- Dhillon, S.S., Anderson, R.C., Liberta, A.E. 1987. Effect of fire on the mycorrhizal ecology of Little Bluestem; In: Sylvia, D.M./Hung, L.L./Graham, J.H. (eds) (1987): Mycorrhizae in the next decade, p. 150; 7th North American Conference on Mycorrhizae, May 3-8, 1987, Gainesville, FL, USA.
- Feldmann, F., Idczak, E. Inoculum production of VAM fungi for use in tropical nurseries; In: Varma, A.K.; Norris, J.R.; Read, D.J. (eds.): Methods in Microbiology 24: Experiments with Mycorrhizae (1992) S. 339-357.
- Feldmann, F., Lieberei, R. Kulturmaßnahmen im Pflanzenbau in Plantagen des Amazonasgebietes; Berichte des Institutes für Angewandte Botanik, Beiheft 4, S. 67-87, 1992.
- Feldmann, F., Junqueira, N.T.V., Lieberei R. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhiza as a factor of integrated plant protection; Agriculture, Ecosystems and Environment, 29, 1989, S. 131-135.
- * Giovanetti, M., Mosse, B. 1980. An evaluation of techniques for measuring VAM infection in roots; New Phytol. 84, pp. 489-500.
- Janos, D.P. 1987. VA Mycorrhizas in humid tropical ecosystems; In: Safir, G.R. (ed.) (1987): Ecophysiology of VA Mycorrhiza Plants CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Lieberei, R., Junqueira, N.T.V., Feldmann, F. 1989. Integrated disease control in rubber plantations in South America; Proceedings of the 3. Intern. Symp. of Integrated Pest Management, 8.-15-2.1989, Bad Dürkheim, BR Deutschland.
- Nemec, S. 1980. Effects of 11 fungicides on endomycorrhizal development in sour orange; Can. J. Bot. 58, pp. 522-526.
- Philipps, J.M., Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and VAM-fungi for rapid assessment of infection; Trans. Brit. Myc. Soc. 55, pp. 158-162.
- * Porter, W.M. 1979. The "most probable number" method for enumerating infective propagules of VAM fungi in soil; Austr. J. Soil Res. 17, pp. 515-519.
- Powell, C.L. 1984. Field inoculation with VA mycorrhizal fungi; In: Powell, C.L., Bagyaraj, J.D. (eds): VA Mycorrhiza, CRC Press, Florida, pp. 205-222.
- Rabatin, S.C., Stinner, B.R., Edwards, C.A. 1987. Ingestion and dispersal of VAM fungi by soil-inhabiting invertebrates; In: Sylvia, D.M./Hung, L.L./Graham, J.H. (eds) (1987): Mycorrhizae in the next decade, p. 56; 7th North American Conference on Mycorrhizae, May 3-8, 1987, Gainesville, FL, USA; Press: Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL, USA.
- Toro, M., Herrera, R. 1987. Existence of mycorrhizal spores in two different coffee plantations; In: Sylvia, D.M./Hung, L.L./Graham, J.H. (eds) (1987): Mycorrhizae in the next decade, p. 60; 7th North American Conference on Mycorrhizae, May 3-8, 1987, Gainesville, FL, USA; Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL, USA.

Umesh, K.C., Krishnappa, K., Bagyaraj, D.J. 1988. Interaction of burrowing nematode, *Radopholus similis* and VAM, *Glomus fasciculatum* in banana (*Musa acuminata*); Indian J. Nematol. 18(1), pp. 6-11.

Wisklow-Howard, M. 1989. The occurrence of VAM in burned areas of the Snake River Birds of Prey Area, Idaho (USA); Mycotaxon 34(1), pp. 263-258.